

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-231226  
(43)Date of publication of application : 29.08.1995

(51)Int.CI. H03F 3/217  
H03F 1/34  
H03F 3/30

(21)Application number : 06-020150 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22) Date of filing : 17.02.1994

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22) Date of filing : 17.02.1994

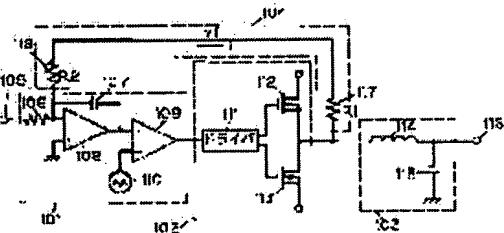
(72)Inventor : IWATA KAZUYA  
HATANAKA MASAHIKO  
FUJII KATSUYOSHI

## (54) CLASS D POWER AMPLIFIER

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a class D power amplifier with high power efficiency having a feedback circuit immune to an induced noise and not susceptible to the effect of a high frequency noise of a pulse signal.

**CONSTITUTION:** An analog signal received from an input terminal 105 is given to a binary state modulation means 101, in which the signal is subject to pulse width modulation and converted into a pulse signal. The power of the pulse signal is amplified by a pulse power amplifier means 102. The pulse signal whose power is amplified is demodulated by a low pass filter 103 and outputted from an output terminal 116. On the other hand, the pulse signal whose power is amplified is fed back to the binary state modulation means 101 via a feedback means 104 comprising resistors 117, 118. Then the feedback means 104 feeding back the output signal of the pulse power amplifier means 102 to the binary state modulation means 101 is made up of the series connection of the two resistors 117, 118 or over and at least one feedback means 104 or over is arranged in the vicinity of the binary state modulation means 102 and the pulse power amplifier means 101.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3132280

[Date of registration] 24.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-231226

(43)公開日 平成7年(1995)8月29日

| (51) Int.Cl. <sup>a</sup> | 識別記号  | 府内整理番号   | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|----------|-----|--------|
| H 03 F                    | 3/217 | 8839-5 J |     |        |
|                           | 1/34  | 9067-5 J |     |        |
|                           | 3/30  | 8839-5 J |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全6頁)

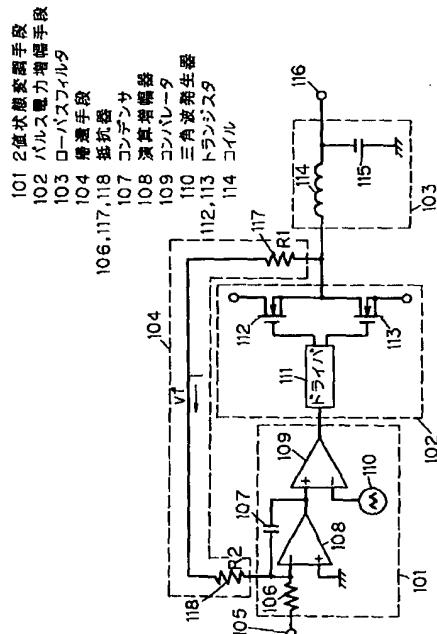
|          |                 |         |   |
|----------|-----------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平6-20150      | (71)出願人 | 000005821<br>松下電器産業株式会社<br>大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (22)出願日  | 平成6年(1994)2月17日 | (72)発明者 | 岩田 和也<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器<br>産業株式会社内   |
|          |                 | (72)発明者 | 島中 正彦<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器<br>産業株式会社内   |
|          |                 | (72)発明者 | 藤井 克芳<br>大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器<br>産業株式会社内   |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 小鍛治 明 (外2名)                             |

(54)【発明の名称】 D級電力増幅器

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 誘導ノイズに強く、パルス信号の高周波ノイズの影響を受けにくい帰還回路を持つ電力効率の高いD級電力増幅器を提供する。

【構成】 入力端子105から入力されたアナログ信号は2値状態変調手段101でパルス幅変調し、パルス信号に変換する。このパルス信号はパルス電力増幅手段102で電力増幅される。電力増幅されたパルス信号はローパスフィルタ103で復調され、出力端子116から出力される。一方、電力増幅されたパルス信号は抵抗器117, 118で構成される帰還手段104を介して2値状態変調手段101に帰還される。ここで、パルス電力増幅手段102の出力信号を2値状態変調手段101へ帰還する帰還手段104を2個以上の抵抗器117, 118の直列接続で構成し、少なくとも1個ずつ2値状態変調手段102及びパルス電力増幅手段101の近傍に配置接続する。



## 【特許請求の範囲】

- 【請求項1】 アナログ入力信号を2値状態のディジタル信号に変換する2値状態変調手段と、  
前記2値状態変調手段の出力を電力増幅するパルス電力増幅手段と、  
前記パルス電力増幅手段の出力を前記2値状態変調手段に帰還する帰還手段と、  
前記パルス電力増幅手段の出力を帯域制限するローパスフィルタとを具備したことを特徴とするD級電力増幅器。
- 【請求項2】 帰還手段は2個以上の直列接続された抵抗器を有し、前記抵抗器は2値状態変調手段及びパルス電力増幅手段の近傍に少なくとも1個ずつ配置しそれぞれ前記2値状態変調手段及び前記パルス電力増幅手段に接続されていることを特徴とする請求項1記載のD級電力増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、音響機器においてスピーカ等の負荷を駆動する電力増幅器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 音響機器における電力増幅器は、直流電源から与えられる直流電圧を入力信号に基づき変調し、入力信号に相似な波形を負荷であるスピーカに供給するものが通常である。この様な電力増幅器において、電力損失を極力小さくし電力変換効率を向上したものが開発されており、D級電力増幅器と呼ばれている。そして、D級電力増幅器の特性を向上させるために様々な帰還方式が提案されている。

【0003】 そこで、従来より特開昭56-65509号公報に記載されている様なパルス幅変調増幅回路があった。

【0004】 以下に、従来のパルス幅変調増幅回路について説明する。図2は従来のパルス幅変調増幅回路を示すものである。図2において、201は音声信号を入力する入力端子、202は加算用の抵抗器、203は変調用のキャリア信号を発生する三角波発生器、204は抵\*

$$\frac{E_o}{E_i} = \left\{ \frac{R_2}{(j\omega C_2 R_2 + 1)R_1 + R_2} \right\} / \left\{ \frac{1}{A_0} + \frac{R_1}{(j\omega C_2 R_1)R_2 + R_1} \right\}$$

## 【0011】

## 【数4】

$$\frac{E_o}{E_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

【0012】 また、負帰還量 $A_{nf}$ （開ループゲイン/閉ループゲイン）を求める。まず、開ループゲイン $A$   $\times$

$$A_{nf} = \frac{R_1 (1 + A_0)}{R_2} + R_2 + j\omega C_2 R_1$$

\* 抗器202を介して入力されたアナログ信号とキャリア信号を比較するコンバレータ、205はコンバレータ204の出力であるパルス幅変調されたパルス信号を電力増幅するスイッチング増幅器、206は電力増幅されたパルス信号を音声信号に復調するローパスフィルタ、207はローパスフィルタ206の出力を出力する出力端子、208はスイッチング増幅器205の出力をコンバレータ204に帰還する抵抗器、209は抵抗器208を介して帰還されたパルス信号のキャリア信号成分を接地するコンデンサである。

【0005】 いま、スイッチング増幅器205の出力電圧 $E_o$ からコンバレータ204への帰還電圧 $e_n$ は（数1）となり、この時のロールオフポイント $\omega_0$ は（数2）となり、周波数特性は1次のローパスフィルタと等価となる。

## 【0006】

## 【数1】

$$e_n = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + j\omega C_2 R_1 R_2} E_o$$

## 【0007】

## 【数2】

$$\omega_0 = \frac{R_1 + R_2}{C_2 R_1 R_2}$$

【0008】 従って、帰還信号に含まれるキャリア周波数帯域はここで充分減衰させることができる。ここで、キャリア信号の戻り電圧を $e_{cs}$ とすると、 $e_{cs} < E_c$  ( $E_c$ はキャリア信号の電圧)となり、全体のキャリア周波数は $E_c$ に支配され、 $e_{cs}$ の影響は無視することができる。

【0009】 次に、閉ループゲイン $E_o/E_i$ を求める（数3）となる。更に、開ループゲイン $A$   $>> 1$ とすると（数4）となる。従って、全体の周波数特性は平坦な特性となる。

## 【0010】

## 【数3】

※ $\omega_0$ は、キャリア信号である三角波電圧の波高値と出力電圧 $E_o$ の波高値との比 $A_0 = (\text{電源電圧}) / (\text{三角波のピーク電圧})$ である。従って、負帰還量 $A_{nf}$ は（数5）となり、 $A_{nf}$ のロールオフポイント $\omega_1$ は（数6）となる。

## 【0013】

## 【数5】

【0014】

【数6】

$$\omega_1 = \frac{R_1 + R_2}{C_2 R_1 R_2} + \frac{A_0}{C_2 R_2}$$

【0015】すなわち、 $A_0$ が大のときロールオフポイント $\omega_1$ は(数6)の第2項 $A_0/C_2 R_2$ が支配的になり、(数7)となる。

【0016】

【数7】

$$\omega_1 = \frac{A_0}{C_2 R_2}$$

【0017】(数2)、(数7)より、 $A_0$ が大きいため $\omega_0 < < \omega_1$ となり、高域にまで負帰還を一定にかけることができ、特に高域での歪の改善度が大きくなる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の構成では、負帰還されるポイントがコンバレータの反転入力である。ところが、コンバレータの入力インピーダンスは非常に大きいため、コンバレータの反転入力端子と帰還抵抗器間の配線長を伸ばすと外部ノイズを誘導するという問題点を有していた。

【0019】また、コンバレータの反転入力端子と帰還抵抗器間の配線長を短くすると、スイッチング増幅器の出力である増幅されたパルス信号がコンバレータの近傍を通る。パルス信号は高次までの高周波成分を持ちかつ高周波成分のレベルは基本波成分のレベルと同等である。そして、帰還されるパルス信号の振幅は電源電圧値と同一であり、入力信号と比較して非常に大きい。そのため、パルス信号の持つ高周波成分がコンバレータの動作に影響を及ぼすという問題点を有していた。

【0020】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、パルス電力増幅手段で電力増幅されたパルス信号を2値信号変調手段に帰還する帰還手段を2個以上の抵抗器の直列接続で構成し、この抵抗器の少なくとも1個ずつを2値状態変調手段及びパルス電力増幅手段の近傍に配置しあつ接続することで、外部ノイズの誘導を受けない更に増幅されたパルス信号の持つ高周波成分の影響を受けない帰還回路を構成することで安定な負帰還を可能とするD級電力増幅器を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するためには本発明のD級電力増幅器は、アナログ入力信号を2値状態のディジタル信号に変換する2値状態変調手段と、2値状態変調手段の出力を電力増幅するパルス電力増幅手段と、パルス電力増幅手段の出力を2値状態変調手段に帰還する帰還手段と、パルス電力増幅手段の出力を帯域制限するローパスフィルタとを備え、帰還手段は2個以上の直列接続された抵抗器を有し、抵抗器は2値状態

変調手段及びパルス電力増幅手段の近傍に少なくとも1個ずつ配置し、それぞれ2値状態変調手段及びパルス電力増幅手段に接続されているような構成を持つ。

【0022】

【作用】本発明は上記した構成により、以下の様な作用をする。即ち、2値状態変調手段はアナログ入力信号をデジタル信号に変換する。パルス電力増幅手段は、2値状態変調手段の出力信号を電力増幅する。また、電力増幅されたパルス信号は帰還手段を介して2値状態変調手段に帰還される。そして、ローパスフィルタは電力増幅されたパルス信号を帯域制限し、入力信号を電力増幅した出力信号を生成し負荷を駆動している。

【0023】

【実施例】以下、本発明の一実施例について、図面を参考しながら説明する。

【0024】図1は本発明の一実施例におけるD級電力増幅器のブロック図を示す。図1において、101はアナログ信号をデジタル信号に変換する2値状態変調手段、102は2値状態変調手段101の出力を電力増幅するパルス電力増幅手段、103はパルス電力増幅手段102の出力を帯域制限するローパスフィルタ、104はパルス電力増幅手段102の出力を2値状態変調手段101に帰還する帰還手段である。そして、105はアナログ信号を入力する入力端子、106は抵抗器、107はコンデンサ、108は演算増幅器、109はコンバレータ、110は三角波発生器であり2値状態変調手段101を構成し、111はドライバ、112、113はトランジスタでありパルス電力増幅手段102を構成し、114はコイル、115はコンデンサでありローパスフィルタ103を構成し、117、118は抵抗器であり帰還器104を構成している。116は出力端子である。

【0025】この様に構成された本実施例のD級電力増幅器について、以下その動作について説明する。

【0026】本実施例では、2値状態変調手段101をパルス幅変調器とし、帰還手段104は2個の抵抗器117、118の直列接続で構成された場合を例にとって以下説明を行う。

【0027】ここで、2値状態変調手段101は入力端子105、抵抗器106、コンデンサ107、演算増幅器108、コンバレータ109、三角波発生器110から構成される。すなわち、電力増幅したいアナログ信号は、入力端子105から入力される。そして、抵抗器106、コンデンサ107及び演算増幅器108で構成される積分器に入力され、積分される。そして、コンバレータ109の非反転入力端子に入力される。また、三角波発生器110はパルス幅変調するためのキャリア信号である三角波を発生する。この三角波はコンバレータ109の反転入力端子に入力される。コンバレータ109は上記のように入力された両信号を比較し、入力端子1

05から入力されたアナログ信号は三角波発生器110が発生するキャリア信号で変調されたパルス幅変調信号に変換される。パルス幅変調された2値状態信号は、ドライバ111及びトランジスタ112、113から構成されるパルス電力増幅器に入力される。すなわち、ドライバ111はトランジスタ112、113を駆動できる様に入力されたパルス信号を増幅する。トランジスタ112、113はドライバ111の出力信号に従って2値状態変調手段101の出力信号を電力増幅する。パルス電力増幅手段102で電力増幅されたパルス信号はコイル114及びコンデンサ115で構成されるローパスフィルタ103で帯域制限されることで、電力増幅されたアナログ信号に復調される。そして、出力端子116から出力される。

【0028】また、パルス電力増幅手段102の出力は、抵抗器117、118で構成される帰還手段104を介して、2値状態変調手段101に負帰還されることで、2値状態変調手段101及びパルス電力増幅手段102で発生する波形歪を抑制している。

【0029】ところで、帰還信号であるパルス電力増幅手段102の出力信号はパルス波形であるため高調波成分を高次まで持ち、その大きさは基本波と同等である。また、パルス波形の振幅はトランジスタ112、113に印加される電源電圧値と同一であり、通常数十ボルト以上ある。一方、入力端子105に入力されるアナログ信号は通常オーディオ帯域の信号であり、パルス電力増幅手段102の出力信号と比較すると小信号であり通常数ボルト以下である。さらに、2値状態変調手段101内で帰還信号が帰還されるポイントは、演算増幅器108の反転入力端子であり、演算増幅器108は反転増幅器（積分器）として構成されている。そのため、帰還されるポイントは仮想接地となり、非常に微小な電圧となる。また、帰還されるポイントは演算増幅器108の反転入力端子であるため非常に入力インピーダンスが大きい。そのため、帰還ポイントと帰還手段104間の配線が長くなるとノイズを誘導し、ノイズも帰還することになる。これを阻止するため、帰還ポイントと帰還手段104間の配線長を短くする。しかし、帰還手段104を演算増幅器108に近接して配置すると、帰還される電力増幅されたパルス信号は演算増幅器108に近接した場所を通る。更に、上記したように入力端子105から入力されるアナログ信号と帰還されるパルス信号との振幅に大きな差がある。加えて、パルス信号は高調波を高次まで持つため、2値状態変調手段101を構成する部品と部品間或いは部品と基板間に存在する浮遊容量により高周波ノイズを誘導する。演算増幅器108を非反転増幅器（積分器）として使用しても、演算増幅器108の入力インピーダンスは非常に大きくかつ帰還ポイントの電圧は小さい、また、演算増幅器108の近傍を電力増幅されたパルス信号が配線されているため上記のよう

な現象は生じる。

【0030】そこで、本実施例は帰還手段104を抵抗器117、118の直列接続で構成し、抵抗器117をパルス電力増幅手段102の近傍に、抵抗器118を演算増幅器108の近傍に配置して、さらに、抵抗器117をパルス電力増幅手段102の出力に、抵抗器118を演算増幅器108の反転入力端子に接続する構成にしている。上記のように構成することで、まず、演算増幅器108の反転入力と抵抗器118間の配線が長くなることがない。そのため、帰還されるポイントへの外部からのノイズの誘導はなくなる。更に、抵抗器117をパルス電力増幅手段102の出力に接続することで、演算増幅器108の近傍を通るパルス信号の信号振幅が小さくなる。そのため、パルス信号の持つ高周波ノイズが振幅が小さくなつた分小さくなり、2値状態変調手段101に与える影響も小さくなる。すなわち、パルス電力増幅手段102の出力電圧を $v_o$ 、抵抗器117の抵抗値を $R_1$ 、抵抗器118の抵抗値を $R_2$ とするとき、抵抗器117、118を流れる電流 $i$ は（数8）となり、従つて、抵抗器117と抵抗器118の接合点の電圧 $v_t$ は（数9）となる。

【0031】

【数8】

$$i = \frac{v_o}{R_1 + R_2}$$

【0032】

【数9】

$$v_t = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_o$$

【0033】（数9）から分かるように、演算増幅器108近傍を通るパルス信号の振幅は帰還手段104を抵抗器117と抵抗器118で直列合成したことにより、直列合成しない前と比較して小さくなり、パルス信号の持つ高周波ノイズも小さくなる。そのため、高周波ノイズによる影響も小さくなる。また、抵抗器117と抵抗器118の接合点における振幅値は、抵抗器117と抵抗器118の抵抗値を組み合わせることで任意に設定できる。

【0034】以上の様に、本実施例では、パルス電力増幅手段の出力信号を2値状態変調手段へ帰還する帰還手段を2個の抵抗器の直列接続で構成し、一方を2値状態変調手段の近傍に配置接続し、他方をパルス電力増幅手段の近傍に配置接続することで、誘導ノイズに強く、パルス信号の高周波ノイズの影響を受けにくい帰還回路を持つ電力効率の高いD級電力増幅器を構成している。

【0035】なお、本実施例では2値信号変調手段101にパルス幅変調方式を例にとって説明したが、これは他の方式例えばパルス密度変調方式でも全く同一の効果

が得られることは言うまでもない。

【0036】また、帰還方法を反転増幅器を例にとって説明したが、これは非反転増幅器を用いた帰還方法にしても全く同一の効果が得られることは言うまでもない。

【0037】更に、帰還手段104を2個の抵抗器117、118の直列接続を例にとって説明したが、2値状態変調手段101とパルス電力増幅手段102間の距離や、2値状態変調手段101で扱う信号レベル及びパルス電力増幅手段102の出力信号レベルに応じて複数個の抵抗器を直列接続した構成にしても全く同一の効果が得られることは言うまでもない。

【0038】

【発明の効果】以上のように本発明は、パルス電力増幅手段の出力信号を2値状態変調手段へ帰還する帰還手段を2個以上の抵抗器の直列接続で構成し、少なくとも1個ずつ2値状態変調手段及びパルス電力増幅手段の近傍に配置接続することで、誘導ノイズに強く、パルス信号の高周波ノイズの影響を受けにくい帰還回路を構成することを可能とする効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

\* 【図1】本発明の一実施例におけるD級電力増幅器の構成を示すブロック図

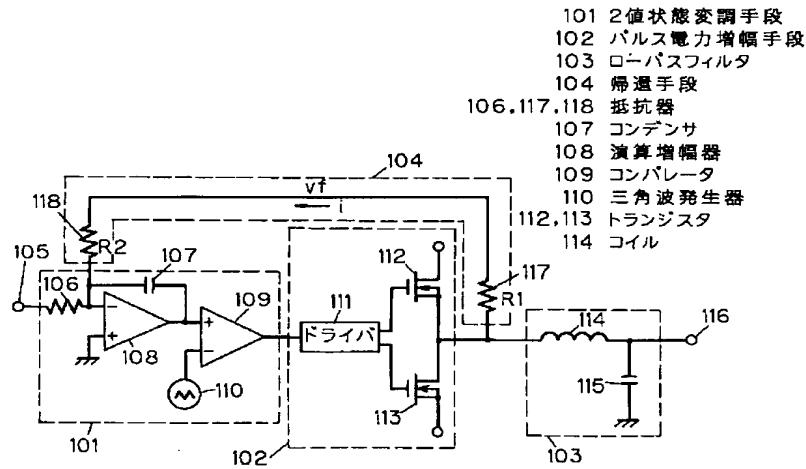
【図2】従来のパルス幅変調増幅回路の構成を示すブロック図

【符号の説明】

- 101 2値状態変調手段
- 102 パルス電力増幅手段
- 103 ローパスフィルタ
- 104 帰還手段
- 105 入力端子
- 106, 117, 118 抵抗器
- 107, 115 コンデンサ
- 108 演算増幅器
- 109 コンバレータ
- 110 三角波発生器
- 111 ドライバ
- 112, 113 テランジスタ
- 114 コイル
- 116 出力端子

\*20

【図1】



【図2】

202,208 抵抗器  
203 三角波発生器  
204 コンバレータ  
205 スイッチング増幅器  
209 コンデンサ

